



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

## **Методические указания**

к курсовой работе

«Проектирование тепловой защиты  
здания»

по дисциплине

## **«Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания)».** **Раздел 1 «Теплофизика здания»**

Авторы  
Скорик Т. А.,  
Глазунова Е. К.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения направления 08.03.01 Строительство.

Содержат задание, исходные данные, методические и справочные сведения для выполнения курсовой работы по проектированию тепловой защиты здания, как части сквозного цикла проектирования по дисциплине «Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания)», имеющего целью разработку исходных данных для проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Скорик Т.А.,

к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Глазунова Е.К.





## Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
<b>Задание</b> .....	<b>4</b>
<b>Состав и содержание курсовой работы</b> .....	<b>9</b>
<b>Литература</b> .....	<b>10</b>
<b>Приложение А</b> .....	<b>11</b>
<b>Приложение Б</b> .....	<b>16</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа «Проектирование тепловой защиты здания» по дисциплине «Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания)» выполняется в разделе 1 «Теплофизика зданий» и является первой частью сквозного курсового проектирования по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха. Результаты расчетов, полученных в данной курсовой работе (раздел 1 «Теплофизика здания»), являются частью исходных данных для дальнейшего проектирования.

## ЗАДАНИЕ

**Определить** необходимые теплозащитные показатели строительных конструкций жилого дома, согласно условиям приведенных ниже задач.

**Сделать выводы** о пригодности для использования в строительстве этих конструкций и их соответствии нормативным требованиям.

**Определить** нормативные требования к теплозащитным показателям прочих проектируемых объектов

Исходные данные определяются по варианту (таблица 1). Номер варианта принимается по определенной букве фамилии, либо последней цифре номера зачетной книжки (для таблицы 5).

В состав исходных данных входят:

– район строительства (город); выбирается по таблице 2. Данные для расчетов из табл. 2 определяются по первой букве фамилии;

– основной конструкционный материал ограждающей конструкции здания (наружная стена, покрытие, перекрытие над подвалом) выбирается по таблице 3. Данные для расчетов из таблицы 3 определяются по второй букве фамилии;

– материал утеплителя ограждающей конструкции здания выбирается по таблице 4. Данные для расчетов из таблицы 4 определяются по третьей букве фамилии;

– характеристика проектируемых объектов (принимается по таблице 5); варианты планов проектируемых объектов (приложение А): жилое здание - (указать вариант.); общественное здание – (указать вариант, число мест); производственное здание – (указать наименование цеха). Планы выбранных объектов следует привести в пояснительной записке курсовой работы.

Таблица 1– Номер варианта в зависимости от буквы фамилии

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Буква фамилии	А	Б	В	Г	Д	Е	Ё	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О
Вариант	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Буква фамилии	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ы	Э	Ю	Я

Таблица 2 – Район строительства

Вариант	Город	Вариант	Город
1	Калининград	16	Тула

2	Краснодар	17	Тамбов
3	Смоленск	18	Владимир
4	Ростов-на-Дону	19	Тверь
5	Волгоград	20	Москва
6	Воронеж	21	Вологда
7	Липецк	22	Кострома
8	Екатеринбург	23	Новгород
9	Пенза	24	Псков
10	Самара	25	Нижний Новгород
11	Ярославль	26	Иваново
12	Астрахань	27	Курск
13	Брянск	28	Ульяновск
14	Орел	29	Саратов
15	Рязань	30	Калуга

Таблица 3 – Основной конструкционный материал наружной стены здания

Вариант	Материал	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
1	2	3
1	Кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800
2	Кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-шлаковом растворе	1700
3	Кладка из глиняного обыкновенного кирпича (ГОСТ 530) на цементно-перлитовом растворе	1600
4	Кладка из силикатного кирпича (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1800
5	Кладка из керамического пустотного кирпича плотностью 1400 кг/м <sup>3</sup> на цементно-песчаном растворе	1600
6	Кладка из керамического пустотного кирпича плотностью 1300 кг/м <sup>3</sup> на цементно-песчаном растворе	1400
7	Кладка из керамического пустотного кирпича плотностью 1000 кг/м <sup>3</sup> на цементно-песчаном растворе	1200
8	Кладка из силикатного одиннадцатипустотного кирпича (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1500
9	Кладка из силикатного четырнадцатипустотного кирпича (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1400
10	Туфобетон	1800
11	То же	1600
12	То же	1400
13	Пемзобетон	1600
14	То же	1400
15	Бетон на вулканическом шлаке	1400
16	Керамзитобетон на керамзитовом песке	1800
17	То же	1600
18	То же	1400
19	Шлакопемзопенобетон	1400
20	Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800

21	Бетон на доменных гранулированных шлаках	1600
22	То же	1400
23	Бетон на котельных шлаках, алгопоритобетон	1800
24	То же	1600
25	То же	1400
26	Бетон на зольном гравии	1400
27	Кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800
28	Кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-шлаковом растворе	1700
29	Кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800
30	Кладка из керамического пустотного кирпича плотностью 1400 кг/м <sup>3</sup> на цементно-песчаном растворе	1600

Таблица 4 – Материал утеплителя ограждающей конструкции

Вариант	Материал	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
1	Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	100
2	То же	75
3	То же	125
4	Плиты мягкие на синтетическом и битумном связующем (ГОСТ 9573)	250
5	То же	225
6	То же	200
7	Плиты мягкие на синтетическом и битумном связующем (ГОСТ 9573)	100
8	Плиты минераловатные повышенной жесткости на органическом связующем	200
9	Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200
10	То же	125
11	Плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	85
12	Маты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	25
13	То же	15
14	Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499)	45
15	Перлитопластбетон	100
16	Плиты минераловатные повышенной жесткости на органическом связующем	200
17	Пенополистирол «Стиропор» PS 30	30
18	Пенополистирол экструзионный «Пеноплекс»	35
19	То же, тип 45	45
20	То же	40
21	Пенопласт ПВХ-1	125
22	То же	100
23	Пенополиуретан	80

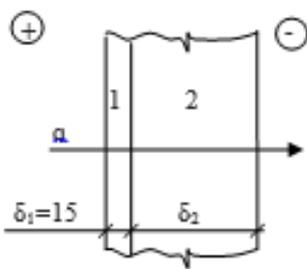
24	То же	60
25	То же	40
26	Плиты из резольнофенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916)	90
27	То же	80
28	То же	50
29	Перлитопластобетон	200
30	Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	125

Таблица 5 – Проектируемые объекты

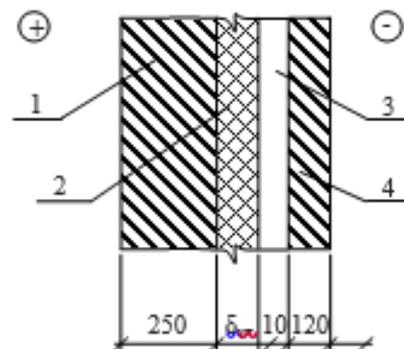
Показатель	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вариант плана жилого здания (приложение А)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант плана кинотеатра (приложение Б)	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
Число мест в зрительном зале	500	250	400	400	500	550	300	350	450	550
Вариант производственного здания*(приложение В)	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Ориентация фасада здания	С	Ю	В	З	С-В	С-З	Ю-В	З	С	В

\*Примечание: 1 – деревообрабатывающий цех; 2 – гальванический цех; 3 – термический цех

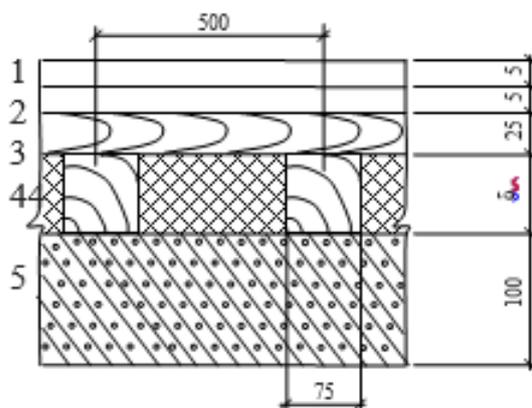
Расчет показателей тепловой защиты производится для условных строительных конструкций, схемы которых приведены ниже (рисунок 1).



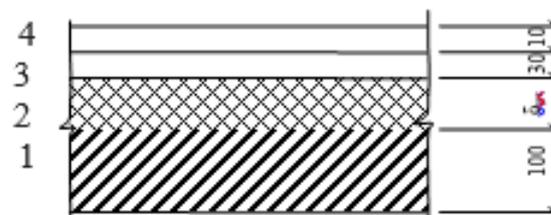
а) конструкция наружной стены:  
 1 – известково-песчаная штукатурка;  
 2 – основной конструкционный материал (таблица 3)



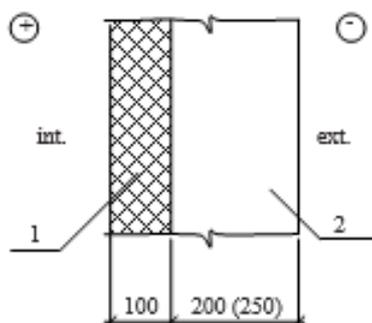
б) конструкция многослойной наружной стены:  
 1 – конструкционный материал;  
 2 – утеплитель (таблица 4);  
 3 – воздушная прослойка;  
 4 – конструкционный материал



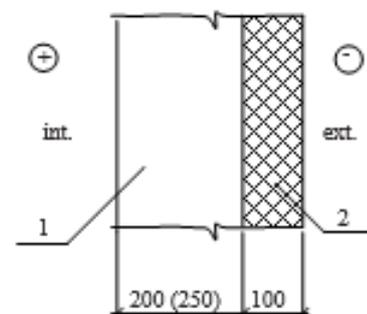
в) конструкция перекрытия над подвалом:  
 1 – линолеум;  
 2 – ДВП;  
 3 – настил из доски;  
 4 – лага деревянная ;  
 5 – ж/б плита перекрытия.



г) конструкция покрытия здания:  
 1 – ж/б плита;  
 2 – утеплитель;  
 3 – цементная стяжка;  
 4 – рубероид.



д) конструкция наружной стены задачи 7



е) Конструкция наружной стены для задачи 7

Рисунок 1 – Схемы строительных конструкций

При решении задач следует иметь в виду, что указанные размеры (в мм) являются общими для всех вариантов. Буквенные обозначения размеров рассчитываются индивидуально по варианту.

## СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Проектирование зданий и сооружений должно осуществляться с учетом комплекса требований к их наружным ограждающим конструкциям. Данные требования приведены в [1] и устанавливаются в целях обеспечения:

- заданных параметров микроклимата, необходимых для жизнедеятельности людей и работы технологического или бытового оборудования;
- тепловой защиты;
- защиты от переувлажнения ограждающих конструкций;
- эффективности расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию;
- необходимой надежности и долговечности конструкций.

В [1] устанавливают требования к:

- приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций здания;
- удельной теплозащитной характеристике здания;
- ограничению минимальной температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций в холодный период года;
- теплоустойчивости ограждающих конструкций в теплый период года;
- воздухопроницаемости ограждающих конструкций;
- влажностному состоянию ограждающих конструкций;
- теплоусвоению поверхности полов;
- расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий.

Теплозащитная оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:

а) приведенные сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);

б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);

в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а), б) и в).

Поэлементные требования реализуются при выполнении задач 1,2,3. Результаты расчетов по каждому элементу наружных ограждающих конструкций (оболочки здания) сводятся в таблицу, форма которой приводится в приложении Б.

С целью усвоения методик расчета вышеназванных показателей в данной курсовой работе следует выполнить следующие задачи.

**Задача 1.** Определить нормируемое сопротивление теплопередаче и толщину слоя утеплителя однородной многослойной конструкции:

1.1 – наружной стены (рис. 1 а, б);

1.2 – покрытия (рис. 1 г).

Проверить выполнение поэлементных требований тепловой защиты здания.

**Задача 2.** Построить температурный график в ограждении и определить минимальную температуру внутренней поверхности:

2.1 – наружной стены;

2.2 – покрытия.

Проверить выполнение санитарно-гигиенического требования тепловой защиты здания.

**Задача 3.** Определить приведенное сопротивление теплопередаче неоднородной конструкции утепленного пола над неотапливаемым подвалом (рис. 1 в).

**Задача 4.** Определить теплоустойчивость ограждающих конструкций, рассчитанных в задаче 1:

4.1 – наружной стены (рис. 1 б);

4.2 – покрытия (рис. 1 г).

**Задача 5.** Определить теплоусвоение поверхности пола с конструкцией, рассчитанной в задаче 3.

**Задача 6.** Определить воздухопроницаемость наружной стены (рис. 1 б), рассчитанной в задаче 1.

**Задача 7.** Построить график вероятного влагонакопления в толще наружной стены (метод Фокина-Власова):

7.1 – для конструкции на рис. 1 д;

7.2 – для конструкции на рис. 1 е.

**Задача 8.** Определить сопротивление паропрооницанию наружной стены (рис. 1 б):

8.1 – по условию недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации;

8.2 – по условию ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха.

8.3 - определить расположение плоскости (тей) максимального увлажнения и температуру(ы) в ней (них).

**Задача 9.** Определить нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания.

Проверить выполнение комплексного требования тепловой защиты здания.

Порядок расчетов и выбор базовых значений нормируемых величин производится по своду правил [1] и рекомендациям [3].

Климатологические данные для расчетов принять по справочным данным [2].

Оформление курсовой работы выполняется согласно указаниям [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.– Введ. 2013-07-01. М.: Минрегион России, 2012.–96 с.

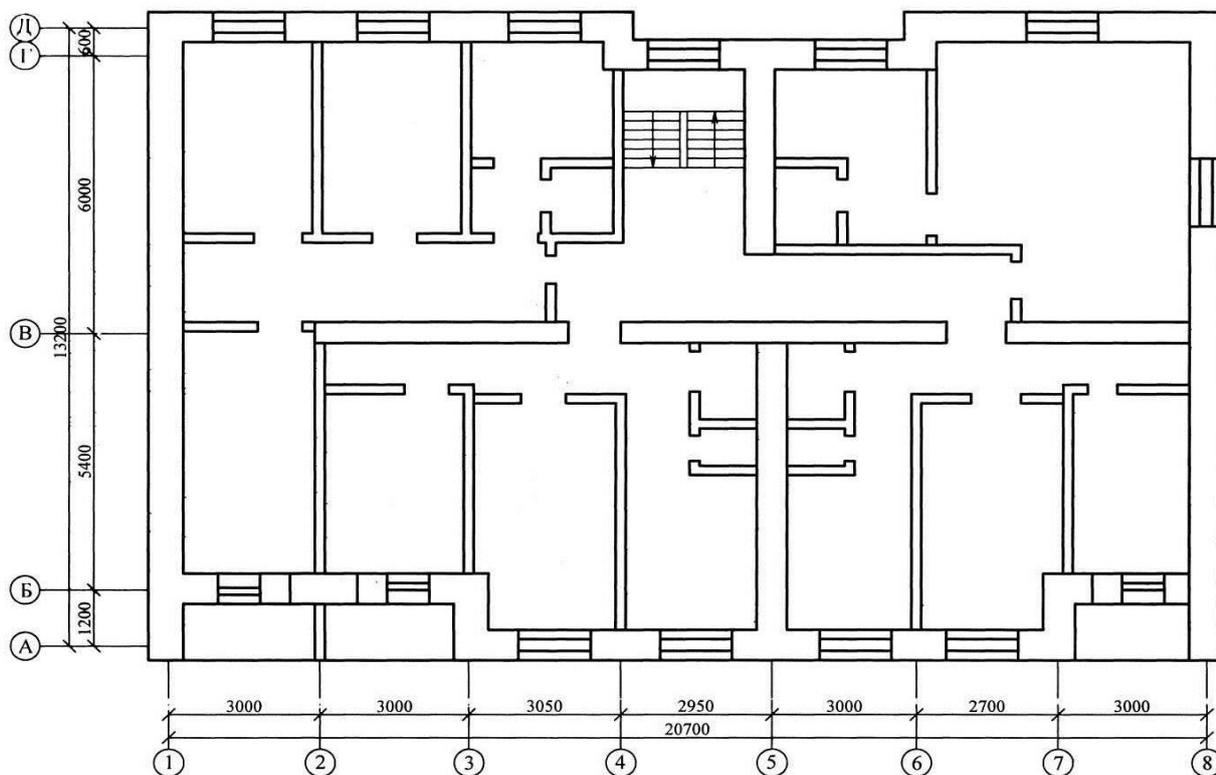
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* – Введ. 2013-01-01. М.: Минстрой России, 2012.– 109 с.

3. Скорик Т.А., Глазунова Е.К., Галкина Н.И. Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику здания): Инженерные расчеты основ проектирования систем обеспечения микроклимата: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2015.– 106 с.

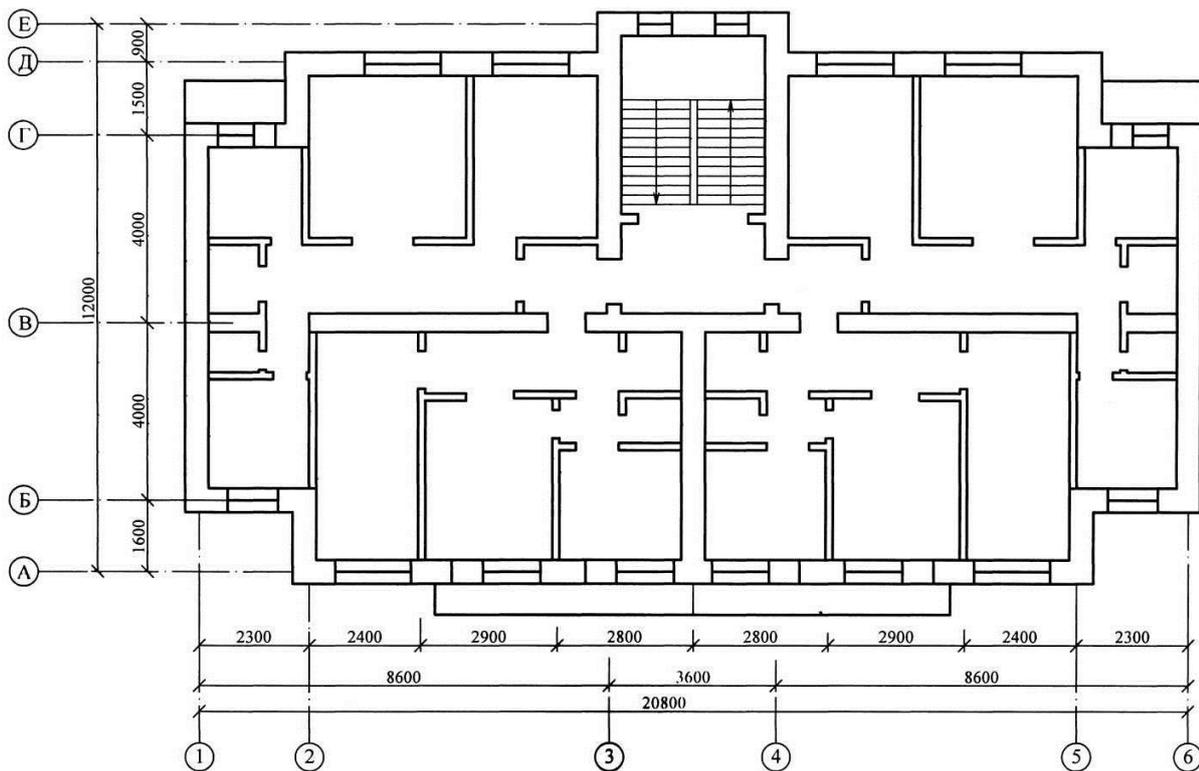
4. Правила оформления и требования к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ. Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2018. – 84 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

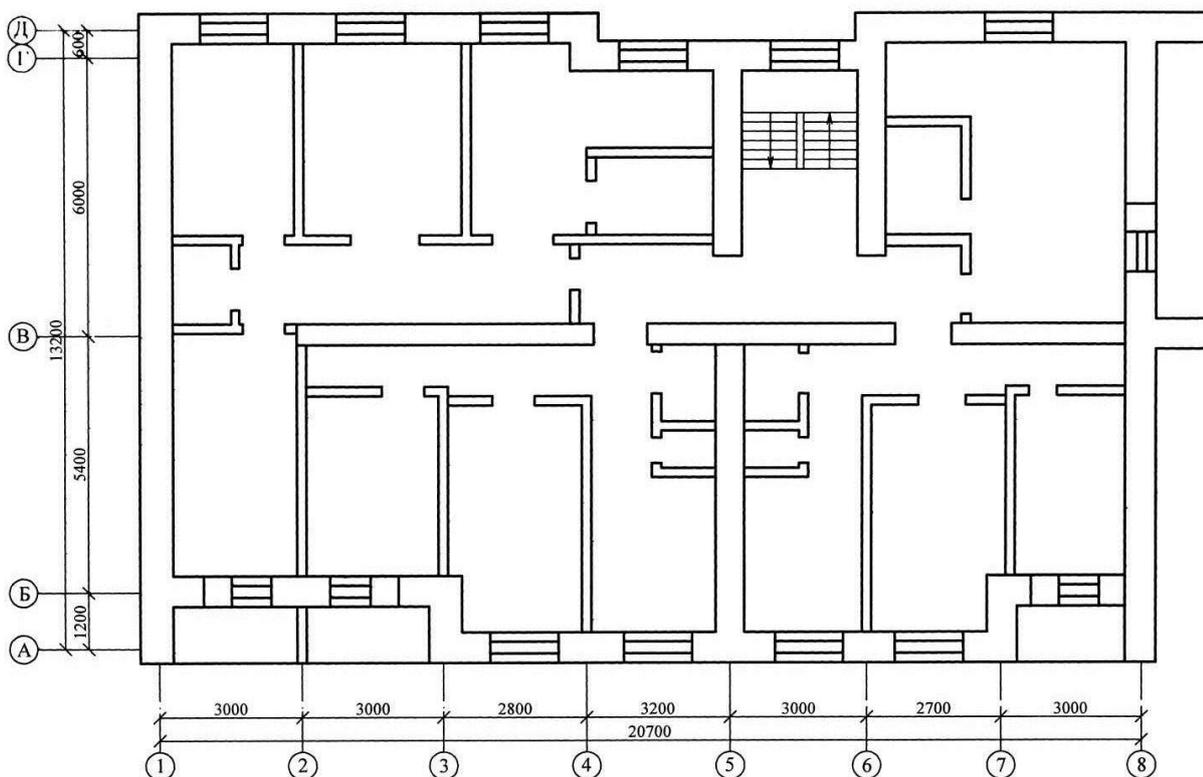
### Варианты планов жилых зданий



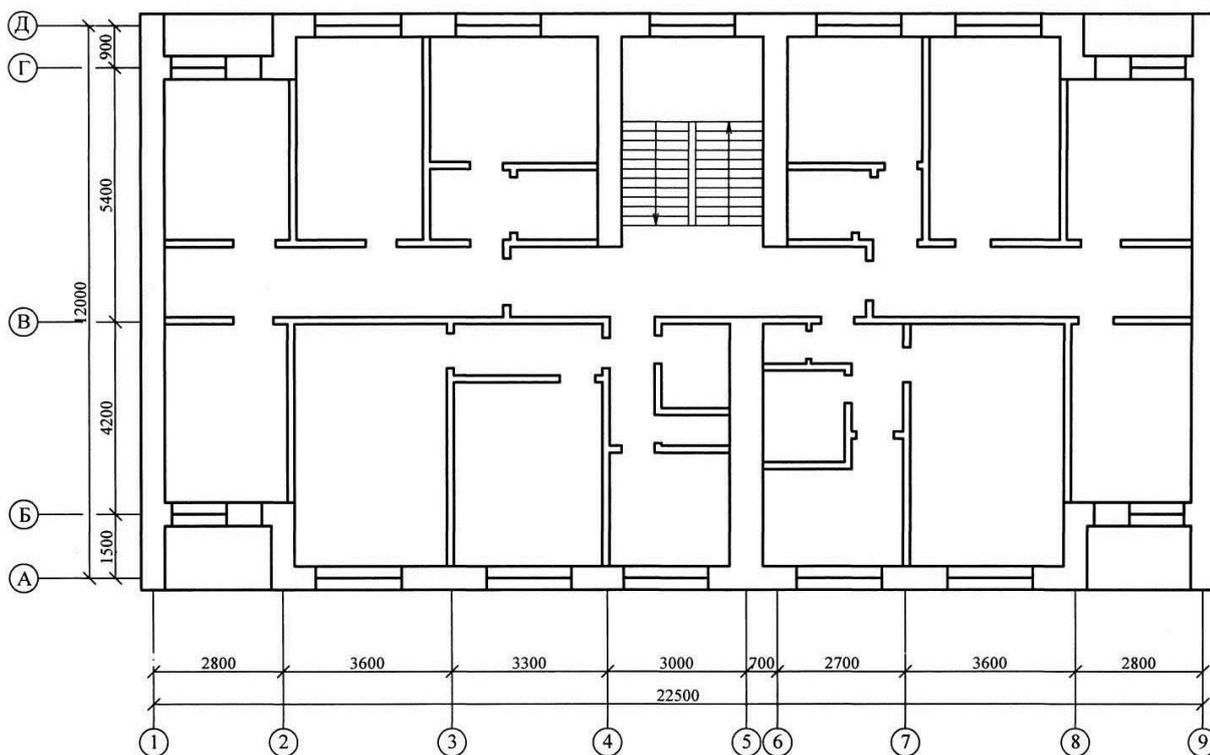
Вариант 0



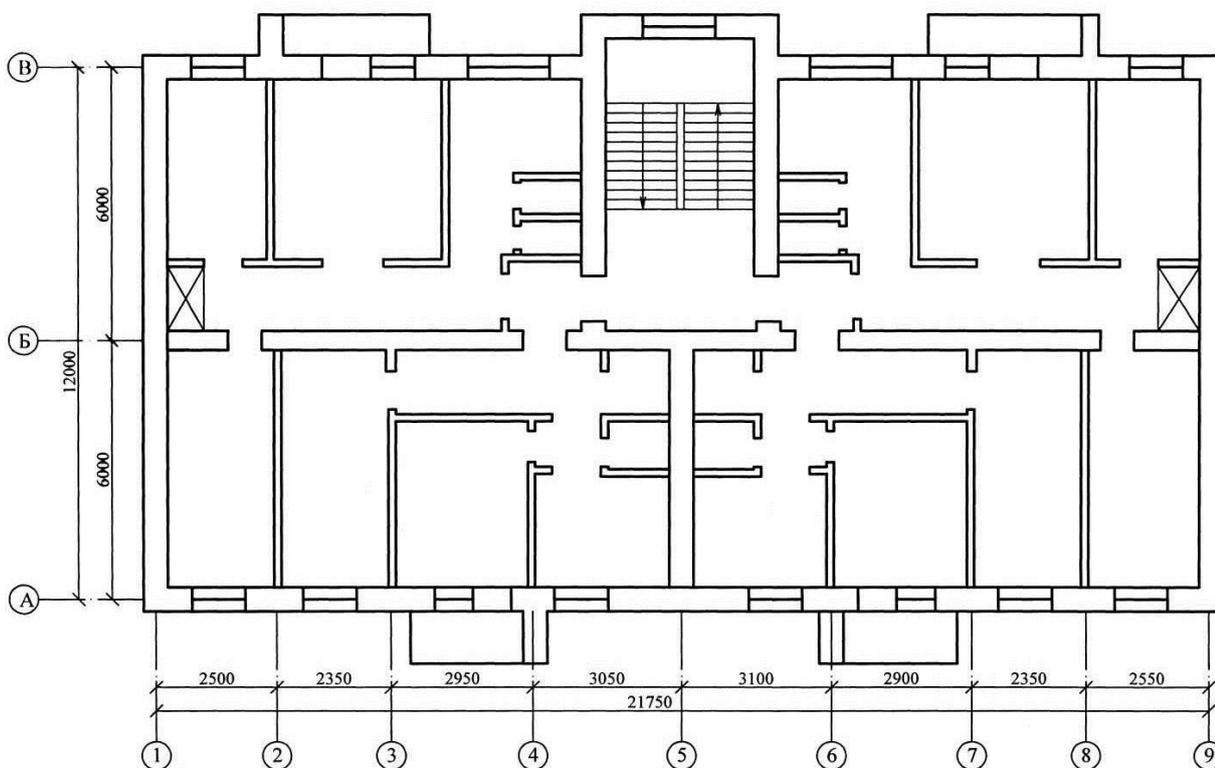
Вариант 1



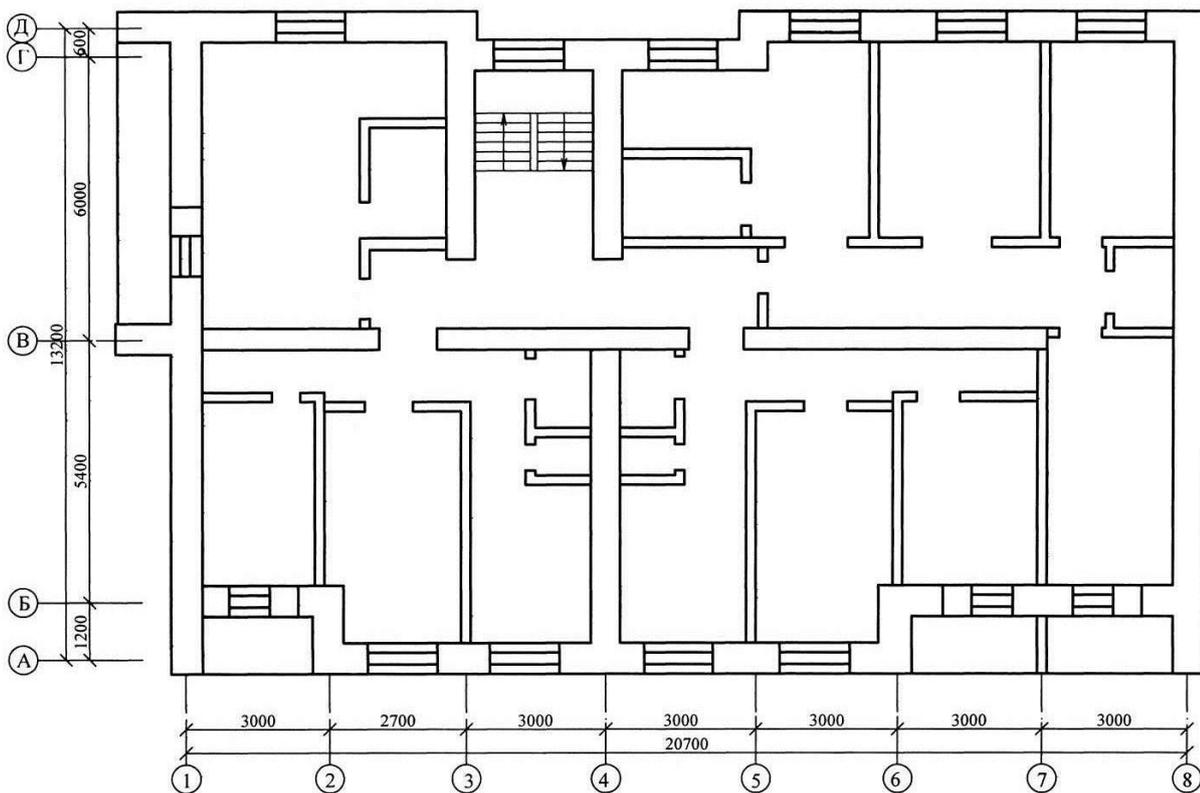
Вариант 2



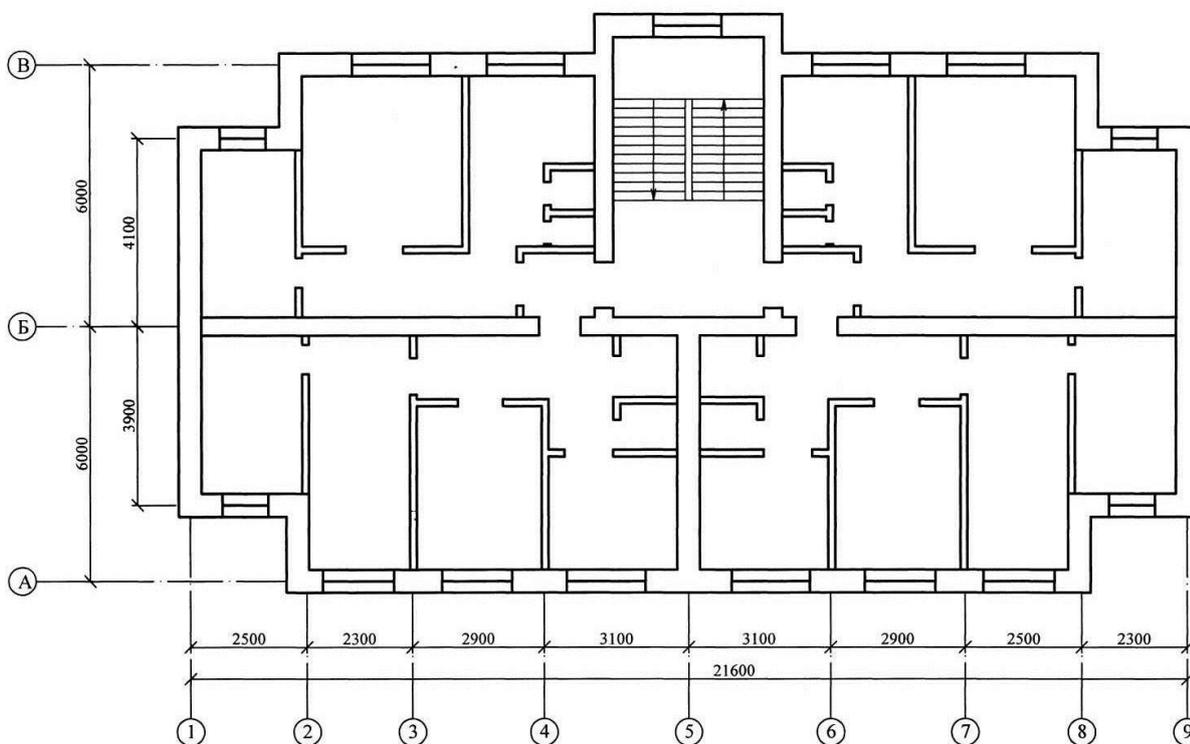
Вариант 3



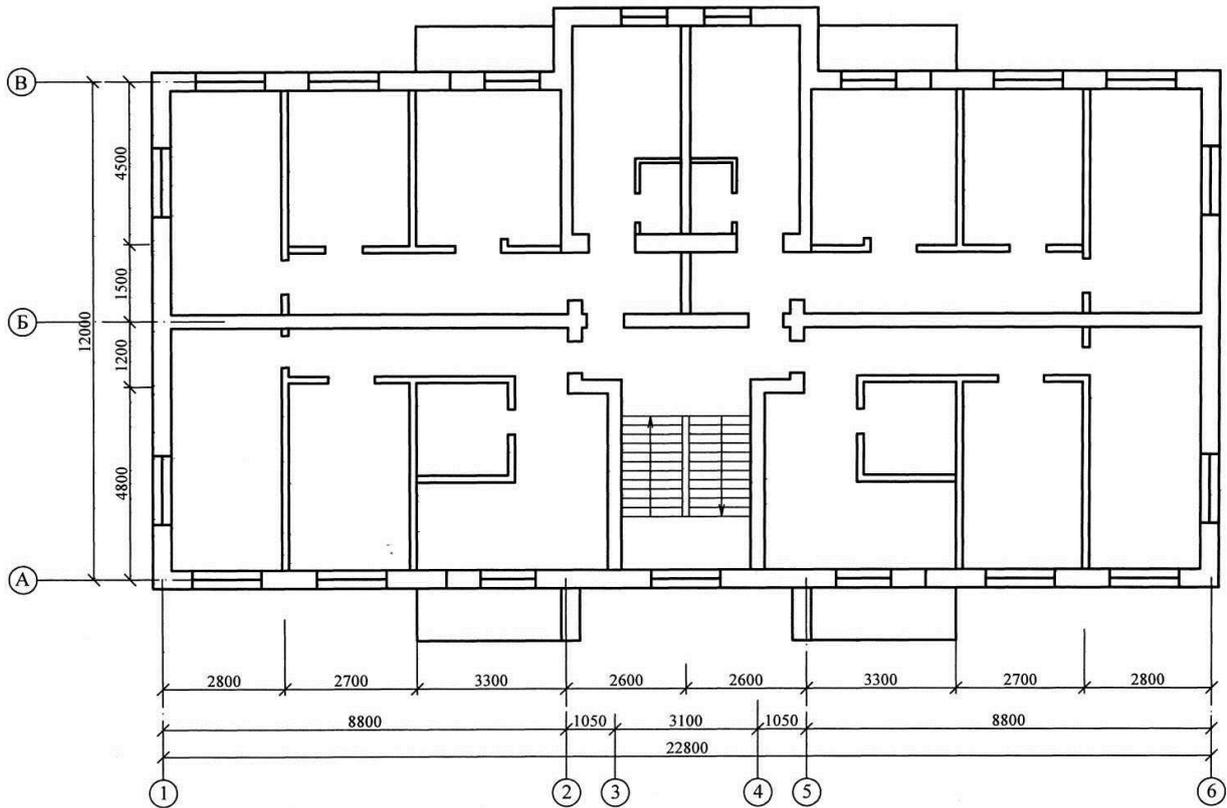
Вариант 4



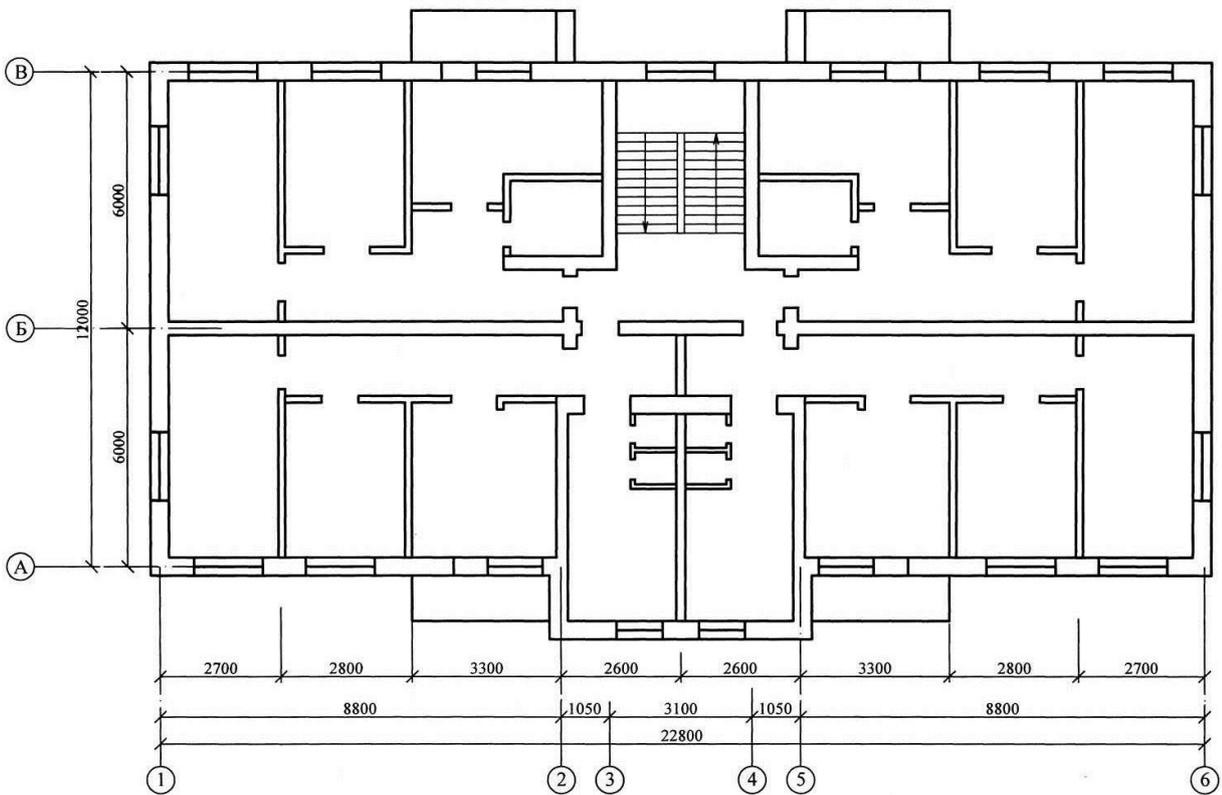
Вариант 5



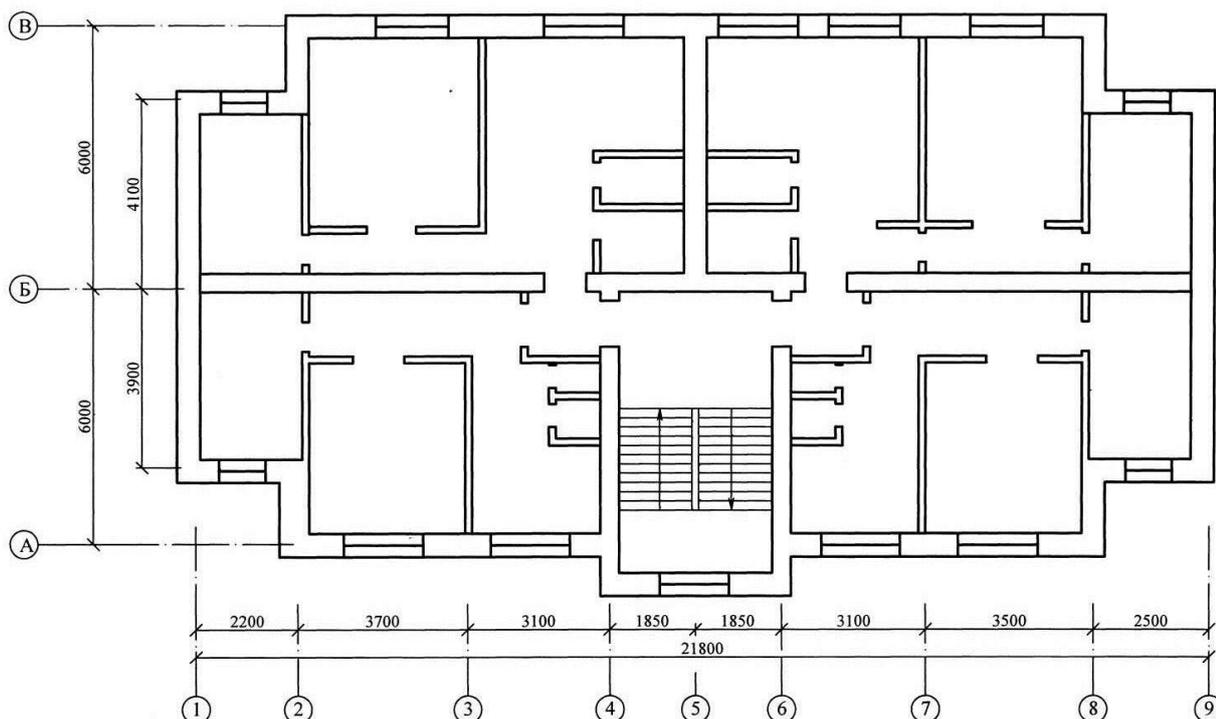
Вариант 6



Вариант 7



Вариант 8



Вариант 9

### ПРИЛОЖЕНИЕ Б

#### Формы таблиц для расчетов

Таблица Б.1 – Теплофизические показатели материала слоев наружной ограждающей конструкции

№ п/п	Материал	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/(м·°C)	R (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	S Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	D –	Y Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица Б.2 – Продолжительность периодов и температуры для расчета влажностного режима ограждения при проверке недопустимости накопления влаги за годовой период

№ п / п	Периоды	Месяцы	Количество месяцев	Расчетные температуры месяцев	Средняя температура периода	Температура в плоскости возможной конденсации	E, Па периода
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Холодный						
2	Теплый						

3	Переходный						
---	------------	--	--	--	--	--	--

Таблица Б.3 – Расчетные данные месяцев с отрицательными температурами воздуха при проверке влажностного режима ограждения на ограничение накопления влаги

Месяцы с отрицательными температурами	I	II	...	XII	
Количество дней, z					$\Sigma z$
Среднемесячная температура, °С					$t_{cp}$
Упругость водяного пара, Па					$e_{н.о}$

Таблица Б.4 – Теплозащитные показатели объектов различных категорий

Ограждающие конструкции.	Сопротивление теплопередаче жилых зданий		Сопротивление теплопередаче общественных зданий		Сопротивление теплопередаче производственных зданий	
	$R_{норм.},$ м <sup>2</sup> .°C/Вт	$R_{расч.},$ м <sup>2</sup> .°C/Вт	$R_{норм.},$ м <sup>2</sup> .°C/Вт	$R_{расч.},$ м <sup>2</sup> .°C/Вт	$R_{норм.},$ м <sup>2</sup> .°C/Вт	$R_{расч.},$ м <sup>2</sup> .°C/Вт
1	2	3	4	5	6	7
Наружные стены						
Покрытия и перекрытия над проездами						
Перекрытия чердачные, над неотапливаемыми подпольями						
Окна и балконные двери						